

УДК 621.822.1: 621.892.27

Мезомеханика металлополимерных пар фрикционных устройств в условиях малоциклового усталости

А.Х. Джанахмедов, М.М. Насирова

Азербайджанская Национальная академия авиации,
Мардакянский проспект, 30, г. Баку AZ1045, Азербайджан.

Поступила в редакцию 18.01.2021.

После доработки 06.03.2021.

Принята к публикации 09.03.2021.

Проанализировано напряженно-деформированное состояние металлополимерных пар фрикционных тормозов транспортных средств в условиях малоциклового усталости с позиции мезомеханики. Развита представления об усталости металлов в рамках физической мезомеханики, связанные с изучением процесса накопления в них повреждений, в первую очередь — в области многоциклового усталости. Это привело к пониманию, что малоцикловая усталость должна отвечать более высокому масштабному уровню накоплений в металле. Разработана модель нестационарных режимов трения и разрушения контактирующих элементов, при которой наиболее характерными при фрикционном взаимодействии в металлополимерных парах трения являются тепловые взрывы. Показано, что на первом этапе внутренняя химическая энергия подповерхностного слоя полимерной накладки превращается в тепловую. Установлены новые закономерности возникновения и развития микротрещин на металлических элементах фрикционных пар и на их рабочих поверхностях при наличии концентраторов механических напряжений с учётом термонапряжений. Предложенная модель объясняет смену механизма распространения трещины в условиях малоциклового усталости металлополимерных пар трения при поступлении воздуха в трещину, приводит к окислению поверхностей разрушения с образованием плёнки. Возможно, в этом случае и происходит формирование поверхностей с субзернистой структурой. Темпы изменения можно использовать для исследования влияния условий охлаждения на кинетику теплового процесса.

Ключевые слова: фрикционное устройство, металлополимерная пара трения, малоцикловая усталость, мезомеханика, микротрещина, тепловое равновесие.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-268-278

Адрес для переписки:

А.Х. Джанахмедов
Азербайджанская Национальная академия авиации,
Мардакянский проспект, 30, г. Баку AZ1045, Азербайджан
e-mail: ajanahmadov@gmail.com

Для цитирования:

А.Х. Джанахмедов, М.М. Насирова.
Мезомеханика металлополимерных пар фрикционных устройств
в условиях малоциклового усталости.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 3. — С. 268–278.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-268-278

Address for correspondence:

A.Kh. Janahmadov
Azerbaijan National Aviation Academy,
Mardakan ave., 30, Baku AZ1045, Azerbaijan
e-mail: ajanahmadov@gmail.com

For citation:

A.Kh. Janahmadov and M.M. Nasirova.
[Mesomechanics of Metal-Polymer Pairs of Friction Units at Low-
Cycle Fatigue].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 3, pp. 268–278 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-268-278

Mesomechanics of Metal-Polymer Pairs of Friction Units at Low-Cycle Fatigue

A.Kh. Janahmadov and M.M. Nasirova

Azerbaijan National Aviation Academy,
Mardakan ave., 30, Baku AZ1045, Azerbaijan

Received 18.01.2021.

Revised 06.03.2021.

Accepted 09.03.2021.

Abstract

The stress-strain state of metal-polymer pairs of friction brakes of vehicles under the low-cycle fatigue is examined from the prospective of mesomechanics. The concepts of metal fatigue are developed in the framework of physical mesomechanics, which is associated with study of the damage accumulation in them, primarily in the field of multi-cycle fatigue. This led to the understanding that the low-cycle fatigue should correspond to much higher scale of accumulation in metal. A model of non-stationary modes of friction and fatigue of contacting elements is developed, in which the thermal explosions are the most characteristic features of the frictional interaction in the metal-polymer friction pairs. It is shown that at the first stage, the internal chemical energy of the subsurface layer of the polymer lining is converted into heat. The previously new the occurrence and development of microcracks on the metal elements of friction pairs and on their operational surfaces in the presence of concentrates of mechanical stresses taking into account thermal stresses are established. The proposed model explains the change in a mechanism of the crack propagation under the condition of low-cycle fatigue of metal-polymer friction pairs when air enters the crack and leads to the oxidation of fracture surfaces with the formation of film. Perhaps, in this case, the formation of surfaces with a subgrain structure occurs. The rate of change can be used to study the effect of cooling conditions on the kinetics of the thermal process.

Keywords: friction unit, metal-polymer frictional pair, low-cycle fatigue, mesomechanics, microcrack, thermal equilibrium.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-268-278

Адрес для переписки:

А.Х. Джанахмедов
Азербайджанская Национальная академия авиации,
Мардакянский проспект, 30, г. Баку AZ1045, Азербайджан
e-mail: ajanahmadov@gmail.com

Для цитирования:

А.Х. Джанахмедов, М.М. Насирова.
Мезомеханика металлополимерных пар трictionных устройств
в условиях малоциклового усталости.
Трение и износ.
2021. – Т. 42, № 3. – С. 268–278.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-268-278

Address for correspondence:

A.Kh. Janahmadov
Azerbaijan National Aviation Academy,
Mardakan ave., 30, Baku AZ1045, Azerbaijan
e-mail: ajanahmadov@gmail.com

For citation:

A.Kh. Janahmadov and M.M. Nasirova.
[Mesomechanics of Metal-Polymer Pairs of Friction Units at Low-
Cycle Fatigue].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 3, pp. 268–278 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-268-278

Список использованных источников

1. Панин В.Е., Лихачев В.А., Гриняев Ю.В. Структурные уровни деформации твердых тел. — Новосибирск: Наука. — 1985
2. Панин В.Е. Синергетические принципы физической мезомеханики // Физическая мезомеханика. — 2000 (3), № 6, 5—36
3. Иванова В.С., Терентьев В.Ф. Природа усталости металлов. — М.: Металлургия. — 1975
4. Джанахмедов А.Х., Пирвердиев Э.С., Вольченко А.И. и др. Узлы трения в машиностроении. — Баку: ЭЛМ. — 2018
5. Алямовский А.А. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде SolidWorks. — М: ДМК Пресс. — 2010
6. Чичинадзе А.В., Белоусов В.Я., Богатчук И.М. Износостойкость фрикционных полимерных материалов. — Львов: Высшая школа. — 1989
7. Чичинадзе А.В., Матвиевский Р.М., Браун Э.Д. Материалы в триботехнике нестационарных процессов. — М.: Наука. — 1986
8. Джанахмедов А.Х. [и др.]. Проектный и проверочный расчет фрикционных узлов барабанный и дисково-колодочных тормозов транспортных средств: стандарт. — Баку. — 2016
9. Джанахмедов А.Х., Вольченко Н.А., Скрыпник В.С. [и др.]. Напряженно-деформированное состояние различных типов дисков в тормозных устройствах транспортных средств // Проблемы трения и износа: науч.-техн. сб. — Киев: НАУ. — 2018 (9), № 2, 16—27
10. Джанахмедов А.Х., Вольченко Н.А., Джавадов М.Я. [и др.]. Энергонагруженность дисково-колодочного тормоза с воздушной системой охлаждения типа «многоструйный эжектор» транспортного средства // Вестник Азербайджанской инженерной академии. — Баку. — 2019, № 11(3), 23—33
11. Janahmadov A.Kh. Heat Failure of Friction Pairs (Brakes) Operating in Repeated — Short Regime // Friction and Wear. — 1996 (17), № 4, 470—474
12. Janahmadov A.Kh. and Javadov M.Y. Synergetics and Fractals in Tribology. — USA: Springer. — 2016
13. Panin V.E. and Frolov K.V. Wave Nature of Plastic Deformation and Fracture of Solids // The Physical and Mechanical Methods of Investigations of Materials under Loading: Proc. Intern. Conf. — Tomsk: University Press. — 1990, 9—17
14. Komotori J. and Shimizu M. Engineering Against Fatigue / Ed. by J.H. Beynon, M.W. Brown, T.C. Lindley, R.A. Smith, and B. Tomkins. — Rotterdam: A.A. Balkema. — 1999 (1)

References

1. Panin V.E., Lixachev V.A., Grinyaev Y.V. Strukturnye urovni deformacii tverdyx tel. — Novosibirsk: Nauka. — 1985
2. Panin V.E. Sinergeticheskie principy fizicheskoy mezhomexaniki // Fizicheskaya mezhomexanika. — 2000 (3), № 6, 5—36
3. Ivanova V.S. Terentyev V.F. Priroda ustalosti metallov. — M.: Metallurgiya. — 1975
4. Janahmadov A.Kh., Pirverdiev E.S., Volchenko A.I. i dr. Uzly treniya v mashinostroenii. — Baku: Elm. — 2018
5. Alyamovskij A.A. COSMOSWorks. Osnovy rascheta konstrukcij na prochnost v srede SolidWorks. — M: DMK Press. — 2010
6. Chichinadze A.V., Belousov V.Y., Bogatchuk I.M. Iznosostojkost frikcionnyx polimernyx materialov. — Lvov: Vysshaya shkola. — 1989
7. Chichinadze A.V., Matvievskij R.M., Braun E.D. Materialy v tribotexnike nestacionarnyx processov. — M.: Nauka. — 1986
8. Janahmadov A.Kh. i dr. Proektnyj i proverochnyj raschet frikcionnyx uzlov barabanno- i diskovokolodochnyx tormozov transportnyx sredstv: standart. — Baku. — 2016
9. Janahmadov A.Kh., Volchenko N.A., Skrypnik V.S. [i dr.]. Napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie razlichnyx tipov diskov v tormoznyx ustrojstvax transportnyx sredstv // Problemy treniya i iznosa: nauchn.-texn. sb. — Kiev: NAU. — 2018 (9), no. 2, 16—27
10. Janahmadov A.Kh., Volchenko N.A., Javadov M.Y. [i dr.]. Energonagruzhennost diskovokolodochnogo tormoza s vozduшноj sistemoy oxlazhdeniya tipa «mnogostrujnyj ezhektor» transportnogo sredstva // Vestnik Azerbajdzhanskoj inzhenernoj akademii. — Baku. — 2019. № 11(3), 23—33
11. Janahmadov A.Kh. Heat Failure of Friction Pairs (Brakes) Operating in Repeated — Short Regime // Friction and Wear. — 1996 (17), no. 4, 470—474
12. Janahmadov A.Kh. and Javadov M.Y. Synergetics and Fractals in Tribology. — USA: Springer. — 2016
13. Panin V.E. and Frolov K.V. Wave Nature of Plastic Deformation and Fracture of Solids // The Physical and Mechanical Methods of Investigations of Materials under Loading: Proc. Intern. Conf. — Tomsk: University Press. — 1990, 9—17
14. Komotori J., Shimizu M. Engineering Against Fatigue // Ed. by J.H. Beynon, M.W. Brown, T.C. Lindley, R.A. Smith, B. Tomkins. — Rotterdam: A.A. Balkema. — 1999, P. 1

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в редакцию журнала.
Адрес редакции: 246050, ул. Кирова 32а, г. Гомель, Беларусь Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11
Full text of articles can be purchased from the editorial office.
Address: 32a Kirov Street, Gomel, Belarus, 246050 Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11
E-mail: FWJ@tut.by
Web: <https://mpri.org.by/izdaniya/trenie-i-iznos/>